

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-345780

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号  
H 0 1 L 21/205  
C 2 3 C 16/44  
16/50  
// G 0 3 G 5/08 3 6 0

F I  
H 0 1 L 21/205  
C 2 3 C 16/44 J  
16/50 B  
G 0 3 G 5/08 3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-82569  
(22) 出願日 平成11年(1999) 3 月25日  
(31) 優先権主張番号 特願平10-103833  
(32) 優先日 平10(1998) 3 月31日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72) 発明者 秋山 和敬  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72) 発明者 白砂 寿康  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72) 発明者 大塚 崇志  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 長尾 達也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空処理装置および真空処理方法、並びに該方法によって作成される電子写真感光体

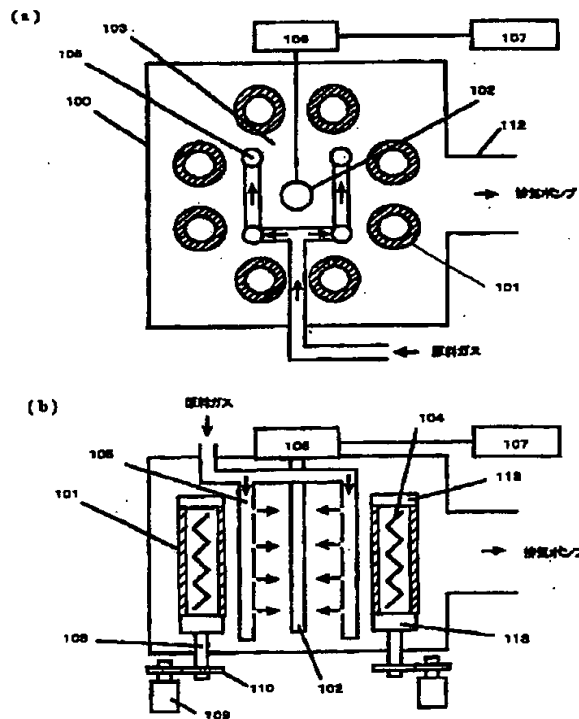
(57) 【要約】

【課題】 反応容器内で発生する膜はがれを効果的に防止することができ、球状突起の少ない品質に優れた堆積膜を形成することのできる真空処理装置、および真空処理方法を提供すること。

【解決手段】 容器と、該容器内にガスを供給する手段と電力を供給する手段とを備え、前記ガスを前記電力により分解し、放電を生起する真空処理装置または真空処理方法であって、放電に接する部分の表面が、

(1) 十点平均粗さ (R z) が  $5\mu\text{m}$  以上  $200\mu\text{m}$  以下の範囲で且つ

(2) 局部山頂の平均間隔 (S) が、  $5\mu\text{m}$  以上  $100\mu\text{m}$  以下の範囲の条件を満たすようにした真空処理装置または真空処理方法を提供すること。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】容器と、

前記容器内で放電を発生させるための電力導入手段と、  
前記容器内にガスを供給するためのガス導入手段と、を  
有する真空処理装置において、  
放電空間に面する部材の表面が、

(1) 十点平均粗さ (R<sub>z</sub>) が 5 μm 以上 200 μm 以下  
の範囲であり且つ、

(2) 局部山頂の平均間隔 (S) が 5 μm 以上 100 μm  
以下の範囲であることを特徴とする真空処理装置。

【請求項 2】前記部材は、前記電力導入手段であることを  
特徴とする請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 3】前記部材は、前記容器であることを特徴と  
する請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 4】前記部材は、前記ガス導入手段であることを  
特徴とする請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 5】前記部材は、前記容器内で基体の端部を覆  
うためのダミーであることを特徴とする請求項 1 記載の  
真空処理装置。

【請求項 6】前記部材は、前記容器内で基体を回転させ  
るための回転軸であることを特徴とする請求項 1 記載の  
真空処理装置。

【請求項 7】前記部材は、防着板であることを特徴とす  
る請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 8】前記防着板は、筒形であることを特徴とす  
る請求項 7 記載の真空処理装置。

【請求項 9】前記防着板は、前記電力導入手段と前記容  
器との間に配置されることを特徴とする請求項 7 記載の  
真空処理装置。

【請求項 10】前記防着板は、前記電力導入手段を囲む  
ように配置されることを特徴とする請求項 7 記載の真空  
処理装置。

【請求項 11】前記部材の前記表面はセラミックからな  
ることを特徴とする請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 12】前記セラミックは酸化アルミニウム、窒  
化ホウ素、窒化アルミニウムのうち少なくともいずれか  
1 つであることを特徴とする請求項 11 記載の真空処理  
装置。

【請求項 13】前記真空処理装置は、前記容器内に収容  
される基体に堆積膜を形成する堆積膜形成装置であるこ  
とを特徴とする請求項 1 記載の真空処理装置。

【請求項 14】前記堆積膜形成装置は、電子写真感光体  
を作成するための堆積膜形成装置であることを特徴とす  
る請求項 13 記載の真空処理装置。

【請求項 15】放電空間内へガスを供給する工程と、  
電力導入手段へ電力を供給する工程と、を有する真空処  
理方法において、

(1) 十点平均粗さ (R<sub>z</sub>) が 5 μm 以上 200 μm 以下  
の範囲であり且つ、

(2) 局部山頂の平均間隔 (S) が 5 μm 以上 100 μ

m 以下の範囲である部材の表面が面する前記放電空間に  
おいて放電を発生させる工程を有することを特徴とする  
真空処理方法。

【請求項 16】前記部材は、前記電力導入手段であるこ  
とを特徴とする請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 17】前記部材は、前記放電空間に面する容器  
であることを特徴とする請求項 15 記載の真空処理方  
法。

【請求項 18】前記部材は、前記ガス導入手段であるこ  
とを特徴とする請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 19】前記部材は、前記放電空間を囲む容器内  
で基体の端部を覆うためのダミーであることを特徴とす  
る請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 20】前記部材は、前記放電空間を囲む容器内  
で基体を回転させるための回転軸であることを特徴とす  
る請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 21】前記部材は、防着板であることを特徴と  
する請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 22】前記防着板は、筒形であることを特徴と  
する請求項 21 記載の真空処理方法。

【請求項 23】前記防着板は、前記電力導入手段と前記  
放電空間を囲む容器との間に配置されることを特徴とす  
る請求項 21 記載の真空処理方法。

【請求項 24】前記防着板は、前記電力導入手段を囲む  
ように配置されることを特徴とする請求項 21 記載の真  
空処理方法。

【請求項 25】前記部材の前記表面はセラミックからな  
ることを特徴とする請求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 26】前記セラミックは酸化アルミニウム、窒  
化ホウ素、窒化アルミニウムのうち少なくともいずれか  
1 つであることを特徴とする請求項 25 記載の真空処理  
方法。

【請求項 27】前記真空処理方法は、前記放電空間を囲  
む容器内に基体を収容し、前記基体に堆積膜を形成する  
工程を有する堆積膜形成方法であることを特徴とする請  
求項 15 記載の真空処理方法。

【請求項 28】請求項 27 に記載の前記堆積膜形成方法  
によって得られる電子写真感光体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は真空処理装置および  
真空処理方法、並びに該方法によって得られる電子写真  
感光体に関し、特に基体上に堆積膜、とりわけ機能性堆  
積膜、特に半導体デバイス、電子写真用光受容部材、画  
像入力用ラインセンサー、撮像デバイス、光起電力デバ  
イス等に用いる、アモルファス半導体堆積膜をプラズマ  
CVD によって形成できる真空処理装置および真空処理  
方法に関し、更に円筒状基体上にアモルファスシリコン  
系堆積膜を形成するアモルファスシリコン系電子写真用  
感光体を作成できるような真空処理装置および真空処理

方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】近年、半導体デバイスの製造においては、いわゆるRFプラズマCVD法が繁用されている。当該RFプラズマCVD法においては、13.56MHzの高周波が電波法に基づく観点から一般的に使用されている。また、周波数2.45GHzのいわゆるマイクロ波を用いたマイクロ波CVD法が提案されている。マイクロ波CVD法は、RFプラズマCVD法では達成できない利点を有する。即ち、マイクロ波プラズマCVD法によれば、極めて高いガス利用効率で、格段に大きい膜堆積速度を達成できる。特開昭60-186849号公報には周波数2.45GHzのいわゆるマイクロ波を用いたマイクロ波CVD法が開示されている。

【0003】こうした原料ガスの分解方法にかかわる開発とあわせて、いかにデバイスを高品質で安定して供給するかという観点からも堆積膜の形成装置の開発は進められている。特に、プラズマCVD装置においては、基体上に堆積膜を形成する間に基体に膜を形成する装置内部にも堆積膜が形成されるが、この堆積膜の剥離（膜はがれ）が生じるとはがれた堆積膜がとびちり、その結果基体上に形成される堆積膜の品質を著しく悪化させることから、膜はがれを防止するためにさまざまな提案がなされてきた。たとえば、特開平9-219373号公報（以下文献1と記す）では、高周波電力導入手段の表面の粗さ（10点平均粗さ：Rz）を5μmから200μmにすることで膜はがれを防止した例が開示されている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】また、近年では、上記のようなアモルファスシリコンデバイスを用いた機器の総合的な性能の向上により、アモルファスシリコンデバイスについてもさらに高品質化の要求が高まってきている。特に、電子写真の分野においては、前記のように装置内部で形成された堆積膜の膜はがれが発生すると、はがれた膜が電子写真基体表面に当たり、その結果感光体上に「球状突起」と呼ばれる異常成長が発生する。球状突起は、長期にわたって画像形成を繰り返すと、コピー画像上に白い点を発生させるいわゆる白ポチや、逆に黒い点を発生させるいわゆる黒ポチを発生させる原因となることがある。

【0005】この様に電子写真の分野では、球状突起が直接画像欠陥となって画像品質を悪化させることに加え、さらに他のデバイスに比較して厚くかつ大面積の堆積膜が必要とされることにより、とりわけ膜はがれに対する周到な対策が必要となる。くわえてオフィス環境の改善のための小スペース化や、低価格化の流れが強い傾向にあり、ゆえに感光体の小径化、プロセススピードの高速化が加速する現状があり、従来は問題にならなかったレベルの球状突起の発生が改めて問題視されるように

なっている。たとえば、直径10ミクロン未満の球状突起は従来は問題を引き起こす例はほとんどなかったが、条件によっては長期にわたって画像形成を繰り返した場合に画像欠陥の原因となりうることがわかってきた。また、このような微少な球状突起についてはグロー放電と接する部分のRzを制御しても若干効果が上がったものの必ずしも十分な効果が得られていないことも明らかになってきた。このようなことから、堆積膜形成装置中のグロー放電と接する部分において従来以上に、膜はがれを防ぐ対策が求められている。

【0006】そこで、本発明は、堆積膜形成中に反応容器内で発生する膜はがれを効果的に防止することができ、球状突起の少ない品質に優れた堆積膜を基体上に形成することのできる真空処理装置および真空処理方法を提供し、特にアモルファスシリコン系の堆積膜を形成することのできる真空処理装置および真空処理方法を提供し、並びに該方法で作成されるアモルファスシリコン系電子写真用感光体を提供することを目的としている。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、真空処理装置および真空処理方法、並びに該方法によって作成される電子写真感光体を、つぎのように構成したことを特徴とするものである。すなわち、本発明の真空処理装置は、容器と、前記容器内で放電を発生させるための電力導入手段と、前記容器内にガスを供給するためのガス導入手段と、を有する真空処理装置において、放電空間に面する部材の表面が、（1）十点平均粗さ（Rz）が5μm以上200μm以下の範囲であり且つ、（2）局部山頂の平均間隔（S）が5μm以上100μm以下の範囲であることを特徴としている。また、本発明の真空処理方法は、放電空間内へガスを供給する工程と、電力導入手段へ電力を供給する工程と、を有する真空処理方法において、（1）十点平均粗さ（Rz）が5μm以上200μm以下の範囲であり且つ、（2）局部山頂の平均間隔（S）が5μm以上100μm以下の範囲である部材の表面が面する前記放電空間において放電を発生させる工程を有することを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、前記電力導入手段であることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、前記容器であることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、前記ガス導入手段であることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、前記容器内で基体の端部を覆うためのダミーであることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、前記容器内で基体を回転させるための回転軸であることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材が、防着板であることを特徴としてい

る。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記防着板が、筒形であることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記防着板が、前記電力導入手段と前記容器との間に配置されることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記防着板が、前記電力導入手段を囲むように配置されることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記部材の前記表面がセラミックからなることを特徴としている。また、これらの本発明の装置又は方法においては、前記セラミックが酸化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化アルミニウムのうち少なくともいずれか1つであることを特徴としている。また、本発明の真空処理装置は、前記容器内に収容される基体に堆積膜を形成する堆積膜形成装置であることを特徴としている。また、本発明の真空処理装置は、電子写真感光体を作成するための堆積膜形成装置であることを特徴としている。また、本発明の真空処理方法は、前記放電空間を囲む容器内に基体を収容し、前記基体に堆積膜を形成する工程を有する堆積膜形成方法であることを特徴としている。また、本発明においては、前記堆積膜形成方法によって電子写真感光体を得ることを特徴としている。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】本発明によって、放電に接する部分、具体的には基体を収容するための装置の内部に堆積膜形成中に発生する膜はがれを効果的に防止できる。そして、その結果、球状突起の少ない堆積膜を基体上に容易に得ることができる。次に、本発明者らによって実現した本発明について詳述する。まず、その経緯について述べると、基体を収容するための装置の内部（反応容器内部）に形成される堆積膜が膜はがれをおこすことを防止するために反応容器内部を構成する部材の表面形状を所望の形状に制御することが有効であり、 $R_z$ を所望の範囲に制御することで若干膜はがれ防止の効果をあげることができるのは前述の通りである。これは部材の表面を粗すことにより部材表面に細かな凹凸を設け、堆積膜\*

\*と接触する部材の接触面を増やすことで堆積膜と部材表面との接触頻度が上がり密着性を向上させ膜はがれを防止することが出来るためと理解される。このことから $R_z$ をできるだけ大きくする方が膜の密着性が向上すると考えられる。しかしながら際限なく $R_z$ を大きくすることは表面処理あるいは加工上困難である。 $R_z$ の制御以外の工夫を追加することが膜はがれ防止効果を上げるうえで重要である。

【0009】ところで、前記した文献1によれば、望ましい $R_z$ の値は $5\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の範囲であることが開示されている。しかしながら、部材表面の粗さを上記の範囲に制御しても直径 $10\mu\text{m}$ 未満の球状突起が基体上に形成することを防ぐためには、文献1が開示する $R_z$ の範囲内に部材表面を処理することに加えて、更に工夫を加える必要がある。この工夫とは、具体的には、堆積膜の局所山頂の平均間隔を所望の範囲とすることである。本発明者は、まずはじめにこの文献1の結果に習い、反応容器の内部を構成する部材の表面粗さと、形成した電子写真感光体上に発生する球状突起の関係を調べるため、以下に示す実験を行った。

【0010】（実験1）図1は本発明の真空処理装置の構成を有する堆積膜形成装置である。実験1ではこの堆積膜形成装置を用いて、高周波電力導入手段の $2.5\text{mm}$ を基準長さとする十点平均粗さ $R_z$ を $5\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ の範囲で変化させ、図2に示した層構成の電子写真感光体を表1の条件で作成した。なお、 $R_z$ の測定は1994年の日本工業規格、即ちJIS規格のJIS B 0601に従った。そして、測定物の粗さ曲線から基準長さ分だけ取り出し、取り出した粗さ曲線の平均線からもっとも高い山頂から5番目までの山頂の距離（ $Y_{p1}\sim Y_{p5}$ ）の絶対値の平均と、もっとも低い谷底から5番目までの谷底の距離（ $Y_{v1}\sim Y_{v5}$ ）の絶対値の平均との和をもって $R_z$ としている。

#### 【0011】

#### 【表1】

層構成	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
原料ガス流量 S i H <sub>4</sub> (sccm) H <sub>2</sub> (sccm) B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (ppm) (S i H <sub>4</sub> に対して) CH <sub>4</sub> (sccm)	500 500 1000	1000 2	120 500
基板温度 (℃)	250	250	250
内圧(Pa)	6	4	4
高周波電力(W) (105MHz)	5,000	6,000	3,000
層厚 (μm)	3	30	0.5

表1において層厚はおおよその目安を示している。

【0012】図1において、(a)は電子写真用感光体形成用の堆積膜形成装置を上方から模式的に表わした横断面、(b)は側方から模式的に表わした縦断面を示している。この装置では反応容器100は排気管112を介して排気装置(図示せず)に接続されている。基体101は高周波電力導入手段102を中心とする同心円上に複数(図では8本)配置される。また高周波電力導入手段102と各基体101との間で配置円内放電空間103が形成される。放電空間103内には原料ガスを導入するための原料ガス導入手段105が配置されており、原料ガス導入手段105は原料ガス供給装置(図示せず)に接続されている。高周波電力供給手段102は放電電極のことであり、Oリング等の真空導入機構(図示せず)を介して反応容器内の気密性を維持しつつ、反応容器外部においてマッチングボックス106に接続され、さらに高周波電源107に接続される。基体101はそれぞれ回転軸108上に設置され、さらに基体内部に収まるようにヒーター104が配置され、ヒーター104は基体101を成膜時に加熱することができる。回転軸は真空軸受け(図示せず)を介して反応容器外部でギヤ110が取り付けられ、さらにモーター109が接続される。

【0013】図1に示した装置を用いて、円筒状の基体101の表面に堆積膜を形成するが、この基体101上に堆積される堆積膜の層構成について図2を用いて説明する。図2は本実施形態の堆積膜形成装置を用いて基体上に設けられる堆積膜の層構成をあらわした断面模式図でありこの層構成は、基体1101(図1の基体101に相当)上に電荷注入阻止層1102、光導電層1103、表面層1104を積層してなる層構成である。そしてこのような層構成の電子写真用感光体を形成する場合の手順はおおよそ以下になる。まずあらかじめ脱脂洗浄した基体101を反応容器内の回転軸108上に

設置し、反応容器100内を排気装置を作動して、反応容器内の圧力を0.01Pa以下に排気する。ついでArなどの不活性ガスを原料ガス供給手段105より所望の流量で反応容器内に導入し、圧力計(図示せず)を見ながら排気配管112に設置された排気バルブ(図示せず)を操作し、反応容器の圧力を所望の圧力に調整したうえで、ヒーター104によって基体101を20℃～500℃の所望の温度に加熱する。基体101が所望の温度になったところで、不活性ガスの流入を止め反応容器内の圧力を再び0.01Pa以下に排気する。

【0014】次に、原料ガス供給手段105より電荷阻止層に対する所望の原料ガス(反応性ガス)を供給し、再び圧力計を見ながら排気配管112に設置された不図示の排気バルブを操作し、反応容器の圧力を所望の圧力に調整する。圧力が安定したところで高周波電源107の出力を所望の電力に設定して、マッチングボックス106を調整し放電空間103内にグロー放電を生起させる。原料ガス流量、基板温度、内圧、供給電力といった各条件の設定値と、得られる膜厚の値は、表1のとおりである。その結果、原料ガスが分解され基体101上に堆積膜が形成される。堆積膜形成中は、基体101をモーター109で回転させることにより、基体101上に全周にわたって均一に堆積膜を形成することができる。所望の厚さの電荷阻止層が形成されたところで、高周波電力と原料ガスの供給を止めグロー放電を停止し、再度真空容器100内を0.01Pa以下に排気する。以降、原料ガスをそれぞれ光導電層形成用、表面層形成用に入れ替え表1に示す各条件に従い上記の操作を同様に繰り返すことで光導電層を形成し、次いで表面層を形成し、所望の電子写真用感光体を得ることができる。なお本実験では、高周波導入手段の材質としてステンレス(SUS304材)を用いているが、この高周波導入手段は、プラスト法によって表面があらされており、高周波導入手段に付着する堆積膜が膜剥れをすることを防ぐ

ことができる。こうして作成した電子写真用感光体8本について、放電と接する部分の $R_z$ をかえることで、基体上に形成される堆積膜の表面に生じる球状突起の数がどのように変化するかを調べるべく、堆積膜表面のおのの表面を顕微鏡によって観察し、10平方センチメートルあたりの球状突起の数を調べた。この数については同時に形成した電子写真用感光体8本すべてにたいして計測し、その平均値を採用した。

【0015】このようにして得た結果を図3に示す。図3は異なる10点平均粗さの値における直径5 $\mu$ m以上10 $\mu$ m未満の球状突起の数と、直径10 $\mu$ m以上の球状突起の数とを表したグラフである。図3が示すグラフにおいて、高周波電力供給手段表面の $R_z$ が189.2 $\mu$ mのときに基体上に形成された堆積膜に発生する直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満の球状突起の数を基準とし、同様に直径10 $\mu$ m以上の球状突起に関しても $R_z$ が189.2 $\mu$ mのときの数を基準として、異なる各10点平均粗さにおける各球状突起の数を相対値で示す。なお、本発明における球状突起の直径について図8を用いて説明する。図8は、堆積膜130上に発生した球状突起120をあらわした図である。このとき堆積膜130表面は実質的に平坦であり、顕微鏡等で観察すれば、球状突起が存在する箇所と、球状突起が存在していない箇所とを容易に区別することができる。球状突起の直径は、平坦な堆積膜130表面に対して球状突起の境界上の任意の2点間の最大距離 $R$ を測定した値である。球状突起は例えば複数の球状突起がつながって実質的に1つの球状突起を形成する場合もある。図3によれば、直径10 $\mu$ m以上、つまり直径の大きな球状突起の数については、 $R_z$ が増加するにしたがって減少する傾向が見られ、 $R_z$ を増加させることで球状突起の発生を防ぐことができることがわかり、いずれも良好なものであった。なお、 $R_z$ の値の上限は、200 $\mu$ mであることが好ましく、200 $\mu$ m以下であれば同じ表面粗さの堆積膜を高い歩留りで基体上に形成できる。ところで直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満つまり直径の小さな球状突起については $R_z$ が10 $\mu$ mくらいまでは直径10 $\mu$ m以上の球状突起の数と同様に減少するが、 $R_z$ が50 $\mu$ mをこえると、直径10 $\mu$ m以上の球状突起はほとんど数が変化しないのに対し、直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満の球状突起の数は、多くなる場合があったり少なくなる場合があり制御が困難であることがわかった。このように直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満といった微少な球状突起は必ずしも $R_z$ の値が増加しても減少しないことがわかった。

【0016】次に先述した、JIS B 0601による $R_z$ の定義をもとに本発明者らが本実施形態で採用した $R_z$ を求める式を図4中に示す。図4に示した式は測定物の粗さ曲線から基準長さ分だけ取り出し、取り出した粗さ曲線の平均線からもっとも高い山頂から5番目までの山頂の距離( $Y_{p1} \sim Y_{p5}$ )の絶対値の平均と、

もっとも低い谷底から5番目までの谷底の距離( $Y_{v1} \sim Y_{v5}$ )の絶対値の平均との和をもって $R_z$ としている。この方法によれば表面を粗す際の表面の凹凸の度合いを直感的に知ることができるので便利であるが、 $R_z$ の算出に関わらない山及び谷の形状に関する情報は提供されない。

【0017】そこで、本発明者らは様々な粗さ曲線を持つ高周波電力導入手段を用いて実験を行った結果、表面の凹凸(粗さ)を制御することに加えて粗れ方の間隔を制御することで基体上に形成される堆積膜表面に発生する5 $\sim$ 10 $\mu$ mの範囲の微少な球状突起の数を制御できることを見出した。この粗れ方の間隔は、粗さ曲線上の隣り合う山頂の間隔のことである。この間隔は前記「ISB 0601」によれば「局所山頂の平均間隔(S)」として定義されている。このSは一般にピッチと呼ばれるものである。その定義を表す式を図5中に示した。すなわちSの値は、基準長さだけ抜き取られた粗さ曲線のうち、抜き取った曲線上の隣り合う局所山頂(局所山頂)間の平均値をもって定義されている。

【0018】部材表面からの膜はがれを防止する場合、表面に所望の $R_z$ の値となるように凹凸をつけることで部材と堆積膜との接触面積を広げ、密着性を向上させることが重要であり、その結果直径10 $\mu$ m以上の球状突起が基体上に形成される堆積膜上に存在する数をへらす効果があるということは前記した実験の通りである。しかしながら、同じ材質で同じ $R_z$ を得るように表面をあらす場合にも、あらす条件によりSの値が様々に異なることがある。さらに $R_z$ を大きくすることで直径10 $\mu$ m以上の球状突起の発生を防ぐことができるが、Sの値を5 $\mu$ m以上にすると、隣り合う山頂の間の表面において直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満の微少な球状突起の発生も防ぐことができる。またSが5 $\mu$ m未満になると、膜はがれを防止できるような高さをもつ凹凸が形成されなくなるため、微少な球状突起が増加する。Sがまた100 $\mu$ mを越えると直径5 $\sim$ 10 $\mu$ m未満の微少な球状突起が反対に発生しやすくなるということも本発明者らによってわかった。具体的にはSが100 $\mu$ mを超えると、微少な球状突起が顕著に増加する傾向が現れる。

【0019】ところで、表面の高低差を大きくするほど表面積が増大するが、加えてSの値を小さくすると、膜はがれ防止効果が高くなる。つまりSの値を規定し、加えて個々の凹凸の山の高さ(互いに隣り合う山頂と谷底の距離:以下Hと記す)も規定することで膜はがれ防止効果を向上することができる。さらにHの値は一般にSの値にほぼ対応して大きくなる。さらにSが5 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下の範囲となる表面では、Hの値は微少な球状突起の発生を防止するに十分な大きさとなるのでこの領域ではSが大きくなるにつれHも大きくなる傾向にある。またSの値を制御することの方が、Hの値を制御することと比べて微少な球状突起の数を制御しやすい。

そして部材の表面処理の制御においてはSの値を好ましい範囲に制御するだけで十分であり、Hの値を規定しなくてもよい。

【0020】直径10 $\mu$ m以上の球状突起が発生することを防止するという観点にたてば、R<sub>z</sub>の値は一定の値以上であることが望ましい。例えばR<sub>z</sub>が5 $\mu$ m未満では基体上に直径10 $\mu$ m以上の球状突起が発生させるような膜はがれが防止できなくなる。このようなR<sub>z</sub>の条件ではHの値も小さくならざるをえず、直径10 $\mu$ m以上の球状突起も発生しやすく、更に微少な膜はがれも抑制できないので、直径5～10 $\mu$ m未満の球状突起も大幅に増加してしまう。本発明では部材のR<sub>z</sub>を5 $\mu$ m以上200 $\mu$ m以下として、Sを5 $\mu$ m以上～100 $\mu$ m以下の範囲に制御することで直径10 $\mu$ m以上の球状突起のみならず直径5 $\mu$ m以上10 $\mu$ m未満の微少な球状突起の発生を押さえることができる。

【0021】上記のような観点から、部材の表面を

(1) R<sub>z</sub>が5～200 $\mu$ mの範囲

(2) Sが5～100 $\mu$ mの範囲

とすることで、直径5 $\mu$ m以上の球状突起の発生を効果的に抑制できる。なお、JIS B 0601によれば、基準長さの標準値は0.08mm、0.25mm、0.8mm、2.5mm、8mm、25mm、のいずれかから選べばよく、R<sub>z</sub>、Sの大きさにしたがって決められているが、本発明ではいずれの場合についてもR<sub>z</sub>、Sを求めるにおいて基準長さを2.5mmとして計測した。なお、均一に粗されている表面では、基準長さの大小でR<sub>z</sub>やSの値は大差がないことから、本発明は基準長さによらず効果を得ることができる。

【0022】本発明では、高周波電力導入手段の表面を制御する以外に反応容器の内部を構成する部材の表面のうち少なくともグロー放電に接する一部の表面の表面粗さを上記の範囲としても、球状突起の発生を防ぐことができる。これらの部材の例としてはたとえば図1に示す反応容器100の内壁や、原料ガス導入手段105、基体101の両端を覆うダミー113、回転軸108などのほか、堆積膜形成中に堆積膜が付着しうる部分であればどのような個所であってもよい。この堆積膜が付着しうる部分とは、平坦な部分か電極の機能を有する部分か温度の高い部分か大きな面を有する部分かを考慮に入れて具体的に特定される部分であることが好ましい。また、本発明では、上記の部材のグロー放電に接する面に防着板を設けることができる。この場合、防着板の表面の少なくともグロー放電に接する部分の表面粗さを上記の範囲にすることで本発明の効果を得ることができる。防着板を設ける場合、堆積膜が付着した防着板をとりはずし、堆積膜が付着していない別の防着板に交換することで反応容器の内部のクリーニングが容易になると同時に、表面をあらす際の容易性が向上する効果があげられる。特に、反応容器内壁近傍、あるいは高周波導入手段

を覆う程度の近傍に防着板を設けることで、膜はがれを防止できる。

【0023】そしてR<sub>z</sub>とSの値が上述の範囲内となるように加工されるべき部材の材質は、上記の表面粗さを達成できるものであれば制限はないが、たとえば、導電性が要求される高周波電力導入手段や、シールド性が要求される反応容器内壁には金属材料の中から選択できる。このような金属材料の例としては、Al、Cr、Mo、Au、In、Ni、Ti、Pt、Feやこれらの合金があげられるほか、絶縁材料の表面に導電層を形成したのもも使用できる。この場合は、たとえばプラズマ溶射法のように直接表面をあらすことができる粉体でコーティングする方法や、化学めっき法等の方法が採れるが、めっき法などの場合には表面粗さを損なわないような条件をもうけることで可能となる。あるいは、ガラス等の粉体を吹きつけるプラスト法も耐摩耗性が高いという点で好ましい方法である。

【0024】また、機能上導電性が要求されない部材たとえば防着板、原料ガス導入手段あるいはダミー等に関しては、上記の金属材料に加えて、絶縁材料も使用できる。これらの絶縁材料の例としてはたとえば、テフロン、ポリカーボネート等の樹脂類、石英ガラス、パイレックスガラス等のガラス類のほか、アルミナ、ジルコニア、ムライト、コージュライト、炭化珪素、窒化硼素、窒化アルミ等のセラミックス材料に加え、これらの混合物が使用できる。また、反応容器の構成によっては導電性または絶縁性が要求される部材、たとえば回転軸等は、必要に応じて先述した上記金属材料、または上記絶縁材料を使用することができる。

【0025】上記の絶縁材料の中でも、誘電体材料としてセラミックス材料は堆積膜の密着性が高く、球状突起発生防止のために部材として好ましく用いられる。さらにセラミックス材料の中でもアルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウムは誘電正接や絶縁抵抗等の電気特性にすぐれ、高周波電力の吸収が少ないことから、反応容器内部を構成する部材の材料として好ましく、とりわけ防着板の表面の材料として好適である。また上述のアルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム等のセラミックス材料はたとえばマイクロ波の透過窓や高周波導入手段の碍子等として、もつとも適したものとして使用できる。

【0026】上記に例示した金属材料あるいは絶縁材料の表面をあらす方法は、R<sub>z</sub>が5 $\mu$ m～200 $\mu$ m、Sが5 $\mu$ m～100 $\mu$ mの範囲を得られる方法であればいずれの方法であっても差し支えない。たとえば、上述したようにガラス等の粉体、いいかえれば投射体を高圧で吹きつけるプラスト法や、微粒子を高圧高温でコーティングするプラズマ溶射法、エッチング法等があげられるが、中でもプラスト法、プラズマ溶射法はR<sub>z</sub>を大きくした場合でもSを小さくすることが比較的簡単なため好適である。表面をあらす方法としてプラズマ溶射法を採

用する場合には、上記で例示した金属材料上にセラミックス材料を溶射する事もできる。

【0027】本発明で使用される基体は、導電性でも電気絶縁性であってもよい。導電性基体としては、Al、Cr、Mo、Au、In、Nb、Te、V、Ti、Pt、Pd、Fe、リン青銅等の金属、およびこれらの合金、例えばステンレス、等が挙げられる。また、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリアミド等の合成樹脂のフィルムまたはシート、ガラス、セラミック等の電気絶縁性基体の少なくとも光受容層を形成する側の表面を導電処理した基体も用いることができる。こうした基体は、堆積膜形成中は20℃～500℃の所望の温度に加熱することができる。

【0028】本発明においてアモルファスシリコン(a-Si:H)よりなる堆積膜を基体表面上に形成する場合には、原料ガスとしてSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、Si<sub>4</sub>H<sub>10</sub>等のガス状態のシラン化合物、またはガス化し得る水素化珪素(例えばシラン類)が有効に使用されるものとして挙げられ、更に層作成時の取り扱い易さ、Si供給効率の良さ等の点でSiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>が好ましいものとして挙げられる。また必要に応じてこれらのガスに加えて伝導性を制御する原始を含むガスを用いることもできる。伝導性を制御する原子としては、半導体分野における、いわゆる不純物を挙げることができる。p型伝導特性を与える周期律表第IIIb族に属する原子(以後「第IIIb族原子」と略記する)またはn型伝導特性を与える周期律表第Vb族に属する原子(以後「第Vb族原子」と略記する)を用いることができる。第IIb族原子導入用の原料物質として具体的には、硼素原子導入用としては、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、B<sub>4</sub>H<sub>10</sub>、B<sub>5</sub>H<sub>9</sub>、B<sub>5</sub>H<sub>11</sub>、B<sub>6</sub>H<sub>10</sub>、B<sub>6</sub>H<sub>12</sub>、B<sub>6</sub>H<sub>14</sub>等の水素化硼素、BF<sub>3</sub>、BCl<sub>3</sub>、BBR<sub>3</sub>等のハロゲン化硼素等が挙げられる。この他、AlCl<sub>3</sub>、GaCl<sub>3</sub>、Ga(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、InCl<sub>3</sub>、TlCl<sub>3</sub>等も挙げることができる。

【0029】第Vb族原子導入用の原料物質として有効に使用されるのは、燐原子導入用としては、PH<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>H<sub>4</sub>等の水素化燐、PH<sub>4</sub>I、PF<sub>3</sub>、PF<sub>5</sub>、PCl<sub>3</sub>、PCl<sub>5</sub>、PBr<sub>3</sub>、PBr<sub>5</sub>、PI<sub>3</sub>等のハロゲン化燐が挙げられる。この他、AsH<sub>3</sub>、AsF<sub>3</sub>、AsCl<sub>3</sub>、AsBr<sub>3</sub>、AsF<sub>5</sub>、SbH<sub>3</sub>、SbF<sub>3</sub>、SbF<sub>5</sub>、SbCl<sub>3</sub>、SbCl<sub>5</sub>、BiH<sub>3</sub>、BiCl<sub>3</sub>、BiBr<sub>3</sub>等も第Vb族原子導入用の出発物質の有効なものとして挙げることができる。また、これらの伝導性を制御する原子導入用の原料物質を必要に応じてH<sub>2</sub>および/またはHeにより希釈して使用してもよい。

【0030】また、アモルファス炭化シリコン(a-SiC)よりなる層を形成する場合には、前記原料ガスのほかに、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>等のガス状態の、またはガス化し得る物質が使用できる。例えばアモ

ルファス酸化シリコン(a-SiO)を形成する場合には、前記の原料ガスのほかに、酸素原子導入用のガスとして使用出来るものとして、酸素(O<sub>2</sub>)、オゾン(O<sub>3</sub>)、一酸化窒素(NO)、二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)、一二酸化窒素(N<sub>2</sub>O)、三二酸化窒素(N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、四二酸化窒素(N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)、五二酸化窒素(N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、三酸化窒素(NO<sub>3</sub>)、シリコン原子(Si)と酸素原子(O)と水素原子(H)とを構成原子とする例えば、ジシロキサン(H<sub>3</sub>SiOSiH<sub>3</sub>)、トリシロキサン(H<sub>3</sub>SiOSiH<sub>2</sub>OSiH<sub>3</sub>)等の低級シロキサン等を挙げることができる。本発明において、例えばアモルファス窒化シリコン(a-SiN)を形成する場合には、前記の原料ガスのほかに、窒素原子導入用のガスとして使用出来るものとして、窒素(N<sub>2</sub>)、アンモニア(NH<sub>3</sub>)、ヒドラジン(H<sub>2</sub>NNH<sub>2</sub>)、アジ化水素(HN<sub>3</sub>)等のガス状のまたはガス化し得る窒素、窒素物及びアジ化物等の窒素化合物を挙げることができる。

【0031】本発明で使用する高周波電力の周波数はいずれのものであっても差し支えない。たとえば13.56MHz等のRF帯域や、2.45GHz等のマイクロ波帯域のほか105MHz等のVHF帯域が使用できる。高周波電力は目的に応じて決めればよいが、通常基体1体あたり10～5000Wの範囲が好ましい。また反応容器の圧力についても同様に目的とする通常の場合、0.01Pa～1000Paの範囲が好ましいものとされる。これら基体温度、使用するガス種及び流量、高周波電力、反応容器の圧力はそれぞれ個別的、一義的に決定されるものではなく、目的とする堆積膜の特性により最適範囲を選択するのが望ましい。

#### 【0032】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に説明するが、本発明はこれらによって何ら限定されるものではない。

〔実施例1〕図1の堆積膜形成装置を用いて、図2に示した電子写真用感光体を表1の条件で作成した。本実施例では、高周波電力導入手段の表面をプラスト法によってR<sub>z</sub>をほぼ一定とし、Sを変化させたものを使用した。それぞれのSとR<sub>z</sub>は表2に示した。なお、表2のSとR<sub>z</sub>はおおのこの高周波電力導入手段の表面上を任意に10点選んでSとR<sub>z</sub>を測定し、その平均値を採った。

#### 【0033】

#### 【表2】



試料No.	S ( $\mu\text{m}$ )	Rz ( $\mu\text{m}$ )
1	2.8	25.3
2	5.0	24.4
3	10.6	26.5
4	50.0	26.4
5	80.9	23.9
6	96.8	24.6
7	106.9	25.9
8	130.7	24.1

こうして作成した8本の電子写真用感光体についておのの表面を顕微鏡で10平方センチメートルの範囲で観察し、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数を計測し、それぞれの平均値を採った。その結果を図6に示す。なお、図6では、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数と、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数それぞれについて試料4 (S=46.3 $\mu\text{m}$ , Rz=26.4 $\mu\text{m}$ ) の球状突起の数を1として相対値で比較した。なお、この時の値は先の実験1で基準とした値に対して直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起については0.28倍、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起については1.38倍であった。図6の結果によれば、Sが約5 $\mu\text{m}$ 未満では直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数が急激に増加している。これはSが5 $\mu\text{m}$ 未満では粗さ曲線上で細かい山頂を形成する山の高さが、膜はがれを防止するのに十分な高さを得ていないためであると思われる。Sが5.0 $\mu\text{m}$ から50.0 $\mu\text{m}$ では直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数に大きな変化はないが、Sが50.0 $\mu\text{m}$ より大きくなると、徐々に球状突起は増加し、約100 $\mu\text{m}$ 以上では急激に増加する傾向が顕著となる。一方、直径が10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起については、Sに対して顕著な傾向は表れていない。

【0034】〔実施例2〕図1の堆積膜形成装置を用いて、図2に示した電子写真用感光体を表1の条件で作成した。本実施例では、高周波電力導入手段の表面をプラスト法によってSをほぼ一定とし、Rzを変化させたものを使用した。それぞれのSとRzは表3に示した。なお、表3のSとRzはおのおのの高周波電力導入手段の表面上を任意に10点選んでSとRzを測定し、その平均値を採った。

【0035】

【表3】

試料No.	S ( $\mu\text{m}$ )	Rz ( $\mu\text{m}$ )
9	43.5	1.9
10	45.8	3.8
11	42.7	5.0
12	49.1	15.7
13	43.4	60.5
14	42.6	98.6
15	48.5	200
16	41.7	206.5

こうして計測した結果を図7に示す。なお、図7では、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数と、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数それぞれについて実施例1の試料4 (S=46.3 $\mu\text{m}$ , Rz=26.4 $\mu\text{m}$ ) の球状突起の数を1として相対値で比較した。図7の結果によれば、Rzが5 $\mu\text{m}$ 未満ではSが良好な範囲であっても、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数と、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数がともに急激に増加している。これはRzが5 $\mu\text{m}$ 未満では直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数を増加させる原因となる膜はがれを押さえることができず、その影響で直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数も増加するためと考えられる。また、Rzが大きくなるにつれて、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起の数と、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数の双方とも減少する傾向にある。

【0036】以上実施例1及び2の結果から、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起は主としてRzの値に依存し、Sが良好な範囲であっても、Rzが良好な範囲つまり5 $\mu\text{m}$ 以上200 $\mu\text{m}$ 以下の範囲を外れれば増加することがわかった。一方、直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起を誘発する微小な膜はがれは主としてSに依存すると考えられるが、直径10 $\mu\text{m}$ 以上の球状突起が増えるような状況ではその影響によって直径5～10 $\mu\text{m}$ 未満の球状突起の数も増える。すなわち、本発明においてはRzを5～200 $\mu\text{m}$ 、Sを5～100 $\mu\text{m}$ の2つの条件を同時に満たすことが球状突起を防止する上で重要である。

【0037】〔実施例3〕図1の堆積膜形成装置の高周波電力導入手段の表面を、アルミニウム (A5052材)、ステンレス (SUS304)、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、ムライト、炭化けい素の7種類の材料で覆うことで6つの試料を作成した。アルミニウムあるいはステンレスを用いて高周波電力導入手段を覆う場合、高周波電力導入手段の材料は、表面を覆う材料と同じ材料を用いた。そしてアルミニウムあるいはステンレスをプラズマ溶射法にて高周波電力導入手段表面にコーティングすることで、2つの試料を得た。また、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、ムライト、炭化けい素の材料を用いて高周波電力導入手段を覆う場合、各材料を円筒形状に成型して防着板とし、高周波電力供給手段を

囲むように防着板を配置することで、5つの試料を作成した。なおこの防着板の表面のうち、放電と接する部分の表面はプラスト法によってあらわれている。そして、反応容器内に載置された基体を表4の条件で処理し、電\*

\*子写真用感光体を作成した。

【0038】

【表4】

層構成	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
原料ガス流量			
SiH <sub>4</sub> (sccm)	120	120	80
H <sub>2</sub> (sccm)	600		
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (ppm) (SiH <sub>4</sub> に対して)	1000	0.5	
CH <sub>4</sub> (sccm)			250
基板温度 (°C)	280	260	220
内圧 (Pa)	3	3	6
高周波電力 (w) (105MHz)	500	600	600
層厚 (μm)	3	28	0.5

表4において層厚はおおよその目安を示している。また ※【0039】

本実施例で使用した防着板の表面粗さを表5に示した。※ 【表5】

試料No.	材質	S (μm)	Rz (μm)
17	アルミ (A5052)	48.8	28.5
18	ステンレス (SUS304)	44.9	25.7
19	アルミナ	46.2	26.8
20	窒化ホウ素	45.6	23.5
21	窒化アルミ	44.1	28.9
22	ムライト	48.8	29.0
23	炭化けい素	49.8	24.8

なお、表5中のRz及びSの値は、実施例1と同様にそれぞれの試料の表面のうち任意に選んだ10点においてそれぞれRzとSとを計測した値の平均値である。こうして作成した7本の電子写真用感光体について、実施例1と同様にして直径5~10μm未満の球状突起と、直径10μm以上の球状突起の数を評価した。その結果を表6に示した。表6において、直径5~10μm未満の★

★球状突起の数と直径10μm以上の球状突起の数はそれぞれ実施例1で使用した試料4（材質ステンレス：SUS304、S=46.3μm、Rz=26.4μm）の値を1とした相対評価で示した。

【0040】

【表6】

試料No.	材質	直径5~10μm未満の球状突起の数	直径10μm以上の球状突起の数
17	アルミ (A5052)	0.96	0.97
18	ステンレス (SUS304)	0.98	1.05
19	アルミナ	0.55	0.52
20	窒化ホウ素	0.51	0.49
21	窒化アルミ	0.58	0.52
22	ムライト	0.76	0.84
23	炭化けい素	0.79	0.81

表6の結果から、いずれの材料で高周波電力供給手段の表面を覆っても球状突起の発生を防ぐという効果を得る

ことができた。なかでも、材質をセラミックスとすることが、球状突起の抑制により効果的であることが分かつ

た。中でもアルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミの3種類のそれぞれからなるセラミックスで最も高い効果が得られた。これは、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミがセラミックス材料の中でも特に電気特性にすぐれるためであると考えられ、具体的には、高周波電力の吸収が低く極端な昇温を起こし難いからであり、あるいは、他のセラミックス材料の場合に比べて堆積膜中の応力が小さいからであると考えられる。

【0041】〔実施例4〕図1の堆積膜形成装置の高周波電力導入手段に6種類の防着板を取りつけ表4の条件\*10

試料No.	材質	S (μm)	Rz (μm)
24	アルミナ	3.8	54.3
25	アルミナ	123.6	51.0
26	窒化ホウ素	3.1	59.3
27	窒化ホウ素	119.5	52.3
28	窒化アルミ	3.4	64.8
29	窒化アルミ	120.5	56.2

なお、表7中のRz及びSの値は、実施例1と同様にそれぞれの試料の表面のうち任意に選んだ10点においてそれぞれRzとSとを計測した値の平均値である。こうして作成した6本の電子写真用感光体について、実施例1と同様にして直径5～10μm未満の球状突起と、直径10μm以上の球状突起の数を評価した。その結果を表8に示した。表8において、直径5～10μm未満の※

試料No.	材質	直径5～10μm未満の球状突起の数	直径10μm以上の球状突起の数
24	アルミナ	3.8	0.48
25	アルミナ	5.8	0.46
26	窒化ホウ素	3.1	0.50
27	窒化ホウ素	5.1	0.48
28	窒化アルミ	3.5	0.48
29	窒化アルミ	5.3	0.46

以上表8の結果から、材質によらず、Sの値が5μm未満及び100μmより大きい場合には直径5～10μm未満の球状突起の数が増加していることがわかる。

【0044】〔実施例5〕図1の堆積膜形成装置の高周波電力導入手段に、アルミ（A5052材）、アルミナ40の2種類の材料で作成し、プラスト法によって表面をあ★

\*でそれぞれ電子写真感光体を作成した。これらの防着板は、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミの3種類の材料からなり、同じ材料で作成される2種類の防着板は、それぞれRzとSとが異なっている。またこの防着板は、表面をプラスト法によってあらされている。その他の点については実施例1と同じである。また、本実施例で使用する防着板の表面粗さを表7に示した。

【0042】

【表7】

※球状突起の数と直径10μm以上の球状突起の数はそれぞれ実施例1で使用了試料4（材質ステンレス：SU S304、S=46.3μm、Rz=26.4μm）の値を1とした相対評価で示した。

【0043】

【表8】

★らしたものを防着板として設置し、表9の条件で電子写真用感光体を作成した。本実施例において高周波電力は60MHzであり、他の実施例と比べて低い。

【0045】

【表9】

層構成	電荷注入阻止層	光導電層	表面層
原料ガス流量 SiH <sub>4</sub> (sccm) B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (ppm) (SiH <sub>4</sub> に対して) CH <sub>4</sub> (sccm)	150 1000	150 0.3	20  250
基板温度 (℃)	280	300	300
内圧 (Pa)	10	10	10
高周波電力 (w) (60MHz)	600	1000	300
層厚 (μm)	3	35	0.5

表9において層厚はおおよその目安を示している。また、本実施例で用いた防着板の表面粗さを表10に示した。

\*【0046】

【表10】

\*

試料No.	材質	S (μm)	Rz (μm)
30	アルミ (A5052)	93.2	138.7
31	アルミナ	96.8	140.5

なお、表10中のRz及びSの値は、実施例1と同様にそれぞれの試料の表面を任意に選んだ10点についてそれぞれ計測し、その平均値を採った。

【0047】次に、比較例としてSの値の範囲が5μm未満あるいは100μmよりも大きい値を超える表面を有する防着板を高周波電力導入手段に用いた。図1の堆積膜形成装置の高周波電力導入手段に、アルミ (A50※

※52材)、アルミナの2種類の材料で作成し、プラスト法によって表面をあらしたものを防着板として設置し、表9の条件で電子写真用感光体を作成し比較例とした。本比較例で用いた防着板の表面粗さを表11に示した。

【0048】

【表11】

試料No.	材質	S (μm)	Rz (μm)
32	アルミ (A5052)	111.9	138.7
33	アルミナ	107.7	140.5
34	アルミ (A5052)	3.6	136.6
35	アルミナ	4.1	132.8

なお、表11中のRz及びSの値は、実施例1と同様にそれぞれの試料の表面を任意に選んだ10点においてそれぞれRzとSとを計測した値の平均値である。

【0049】次に、試料No. 30乃至35を用いて作成した6本の電子写真用感光体について、直径5~10μm未満の球状突起の数と直径10μm以上の球状突起の数について評価した。また、それぞれの電子写真用感光体について白ぼちと黒ぼちの有無について以下の方法で評価した。

・全面黒色画像の評価 (白ぼちの有無の評価)

おのおのの電子写真用感光体を電子写真装置 (キヤノン社製NP6085を実験用に改造したもの) にセットして画像露光を切り、全面黒色画像 (ベタ黒画像) を作成する。こうして作成したベタ黒画像を目視で観察し白ぼちの有無を評価した。全面黒色画像の評価を以下の指標に基づき記号を用いて説明する。

【0050】

◎…きわめて良好 (白ぼちは確認できない)

○…良好 (白ぼちが数個確認できる)

△…実用上問題なし (白ぼちが確認できるが、画像読み取り上は支障なし)

×…画像上の欠陥が顕著で実用できない

の4段階で評価した。

40 ・全面白色画像の評価 (黒ぼちの有無の評価)

おのおのの電子写真用感光体を電子写真装置 (キヤノン社製NP6085を実験用に改造したもの) にセットして原稿台に白紙を置き、前面白色画像 (ベタ白画像) を作成する。こうして作成したベタ白画像を目視で観察し黒ぼちの有無を評価した。全面白色画像の評価を以下の指標に基づき記号を用いて説明する。

【0051】

◎…きわめて良好 (黒ぼちは確認できない)

○…良好 (黒ぼちが数個確認できる)

50 △…実用上問題なし (黒ぼちが確認できるが、画像読み

取り上は支障なし)

×…画像上の欠陥が顕著で実用できない

の4段階で評価した。表10および表11にあらわした  
試料No. 30乃至35の白ぼちと黒ぼちの評価と、直

径5～10μm未満の球状突起の数と、直径10μm以\*

	試料No.	直径5～10 μm未満の球 状突起の数	直径10μm 以上の球状突 起の数	白ボチ	黒ボチ
実施例5	30	2.21	0.88	○	○
	31	1.08	0.57	○	○
比較例	32	4.84	0.91	○	○
	33	4.38	0.51	○	○
	34	4.28	0.86	○	○
	35	3.21	0.49	○	○

なお、表12において直径5～10μm未満の球状突起  
の数および直径10μm以上の球状突起の数はそれぞれ  
実施例1で使用した試料4（材質ステンレス：SUS3  
04、S=46.3μm、Rz=26.4μm）の値を  
1とした相対評価で示した。表12の結果から、本発明  
によって作成された防着板では球状突起の数が少ないこ  
とがわかる。一方、本発明と比較するために作成した試  
料32～35についてはいずれも直径5～10μm未満  
の球状突起の数の増加が見られ、コピー画像上でも特に  
黒ぼちが多く見られた。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、  
堆積膜形成装置を構成する物品のうち、放電と接触する  
物品の表面の十点平均粗さ（Rz）を5μm以上200  
μm以下とし、且つ局部山頂の平均間隔（S）を5μm  
以上100μm以下とすることで堆積膜形成装置内での  
膜はがれを効果的に防止することができ、堆積膜の異常  
成長の防止が可能な堆積膜形成装置及び方法を実現す  
ることができ、特に、電子写真用感光体を形成した場合、  
コピー画像上の白ボチ、黒ボチの画像欠陥を効果的に抑  
制することができ、品質に優れたアモルファスシリコン  
系感光体を供給することが可能なアモルファスシリコン  
系電子写真用感光体の形成方法を実現することができ  
る。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は本実施形態の堆積膜形成装置の横断面  
の模式図であり、（b）は該堆積膜形成装置の縦断面の  
模式図である。

【図2】電子写真用感光体の層構成を示す図である。

【図3】局部山頂の平均間隔（S）が制御されていない  
高周波電力導入手段を用いて堆積膜を形成した場合に発※

\* 上の球状突起の数を測定した。その結果を表12に示  
す。

【0052】

【表12】

※生ずる球状突起の数を示す図である。

【図4】10点平均粗さ（Rz）の定義を示す図であ  
る。

【図5】局部山頂の平均間隔（S）の定義を示す図であ  
る。

【図6】実験例1における球状突起の数を示す図であ  
る。

【図7】実験例2における球状突起の数を示す図であ  
る。

【図8】本発明における球状突起の直径をあらわす図で  
ある。

【符号の説明】

100：反応容器

101：基体

102：高周波電力導入手段

103：放電空間

104：ヒーター

105：原料ガス導入手段

106：マッチングボックス

107：高周波電源

108：回転軸

109：モーター

110：ギヤ

112：排気管

120：球状突起

130：堆積膜

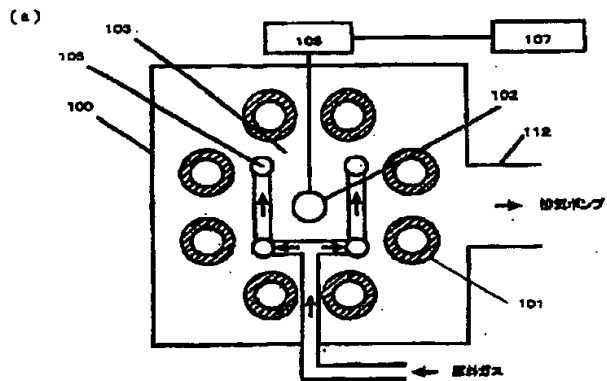
1101：基体

1102：電荷注入阻止層

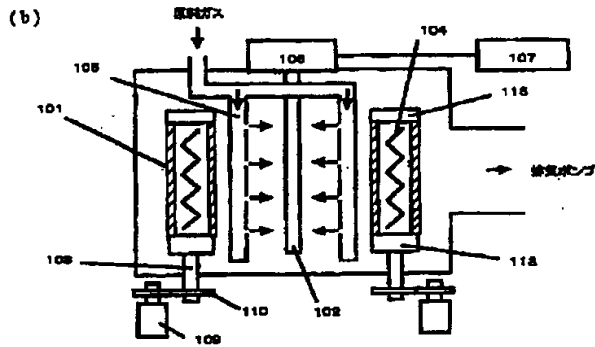
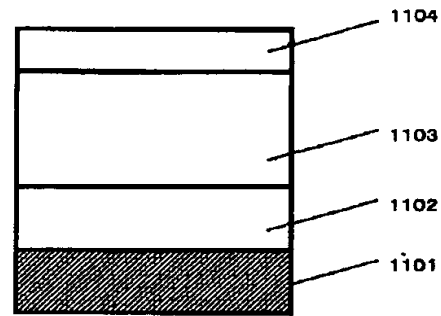
1103：光導電層

1104：表面層

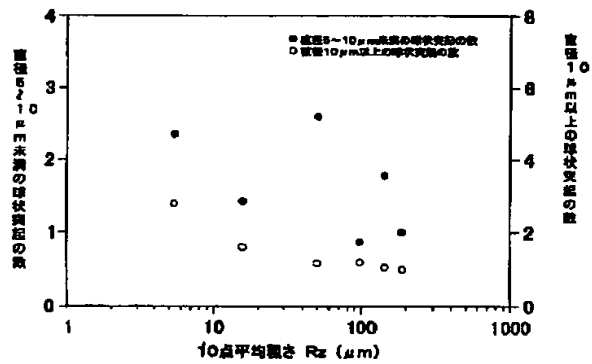
【図1】



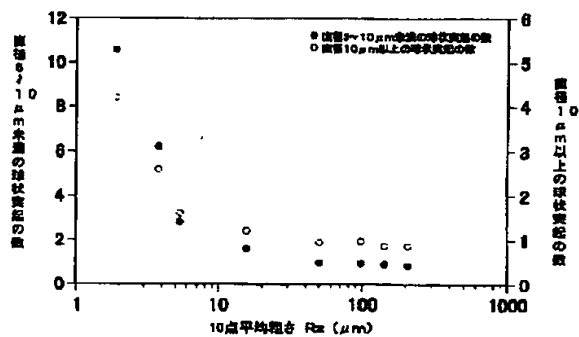
【図2】



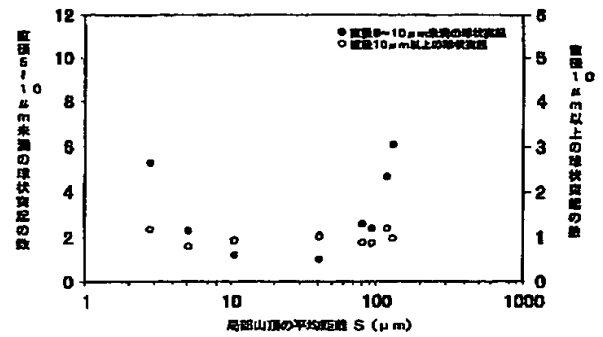
【図3】



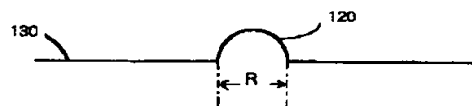
【図7】



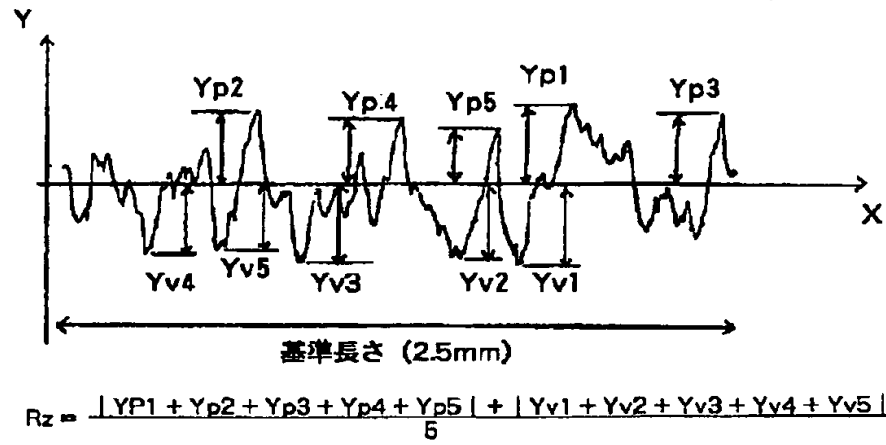
【図6】



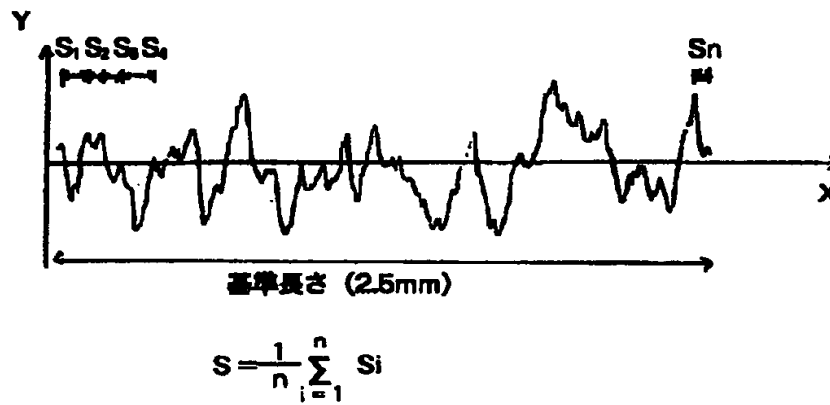
【図8】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 細井 一人  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72)発明者 田澤 大介  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 村山 仁  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72)発明者 青池 達行  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内